

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-315085

(43)Date of publication of application : 26.11.1993

(51)Int.Cl.

H05G 1/20

(21)Application number : 04-135629

(71)Applicant : HITACHI MEDICAL CORP

(22)Date of filing : 30.04.1992

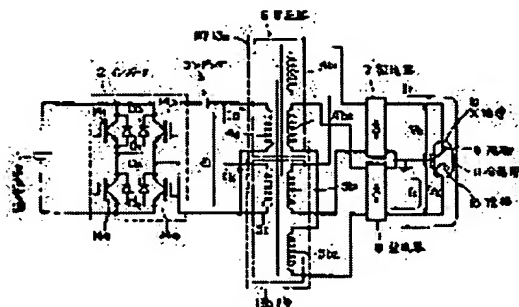
(72)Inventor : TAKANO HIROSHI  
TAKAHASHI JUN  
HAGIWARA SHUYA

## (54) INVERTER TYPE X-RAY DEVICE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To attain balance between voltage across an anode and the earth voltage across a cathode and the earth, of an X-ray tube, even in a device provided with the X-ray tube called a metal X-ray tube.

CONSTITUTION: Secondary windings wound on two legs 13a, 13b of a transformer 6 are respectively further divided into a plurality of parts, and of a plurality of the secondary windings 4b1, 4b2; 5b1, 5b2, a half number of the fellow windings 4b1, 5b1 are connected in series to one rectifier 7 connected to an anode 9 of an X-ray tube 12. The rest of a half number of the fellow windings 4b2, 5b2 are connected in series to the other rectifier 8 connected to a cathode 10 of the X-ray tube 12. Thus by completely symmetrically constituting a circuit of supplying power to a side of the anode 9 of the X-ray tube 12 through the one rectifier 7 and a circuit of supplying power to a side of the cathode 10 through the other rectifier 8, voltage  $V_a$  across the anode and the earth is balanced with voltage  $V_k$  across the cathode and the earth, of the X-ray tube 12 as a load.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

23.04.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3275101

[Date of registration]

08.02.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-315085

(43) 公開日 平成5年(1993)11月26日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 5 G 1/20

識別記号

庁内整理番号

8119-4C

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2(全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平4-135629

(22) 出願日 平成4年(1992)4月30日

(71) 出願人 000153498

株式会社日立メディコ

東京都千代田区内神田1丁目1番14号

(72) 発明者 高野 博 司

千葉県柏市新十倉二番1号 株式会社日

立メディコ技術研究所内

(72) 発明者 高橋 順

千葉県柏市新十倉二番1号 株式会社日

立メディコ技術研究所内

(72) 発明者 萩原 修 哉

茨城県日立市国分町1丁目1番1号 株式

会社日立製作所日立研究所内

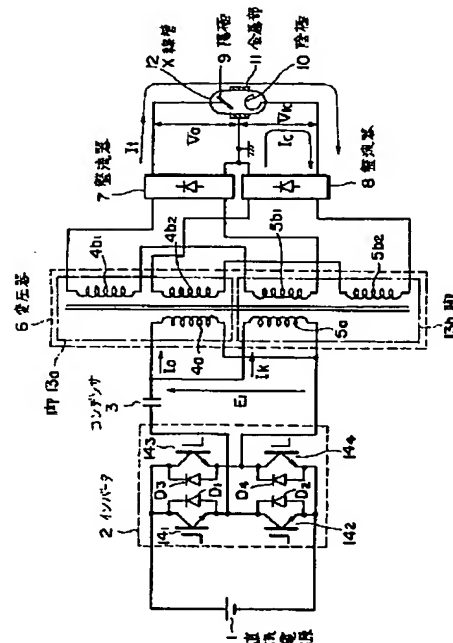
(74) 代理人 弁理士 西山 春之

(54) 【発明の名称】 インバータ式X線装置

(57) 【要約】

【目的】 インバータ式X線装置において、メタルX線管と呼ばれるX線管を備えたものにおいてもそのX線管の陽極・アース間電圧と陰極・アース間電圧とを均衡させる。

【構成】 変圧器6の二つの脚13a、13bに巻かれた二次巻線は、それぞれ更に偶数個に分割し、各々の脚13a、13bの偶数個の二次巻線4b<sub>1</sub>、4b<sub>2</sub>；5b<sub>1</sub>、5b<sub>2</sub>のうち半数のもの同士4b<sub>1</sub>、5b<sub>1</sub>を直列接続してX線管12の陽極9に接続された一方の整流器7に接続すると共に、残りの半数のもの同士4b<sub>2</sub>、5b<sub>2</sub>を直列接続して上記X線管12の陰極10に接続された他方の整流器8に接続したものである。これにより、上記一方の整流器7を介してX線管12の陽極9側に電力を供給する回路と、他方の整流器8を介して陰極10側に電力を供給する回路とが全く対称に構成されたこととなり、負荷としてのX線管12の陽極・アース間電圧V<sub>a</sub>と陰極・アース間電圧V<sub>k</sub>とを均衡させることができる。



(2)

特開平5-315085

1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 直流電源と、この直流電源からの直流を受電して交流に変換するインバータと、このインバータに接続されその出力電圧によって共振電流を生じさせる共振素子と、鉄心の二つの脚にそれぞれ分けて巻かれ上記共振素子に並列に接続された第一の一次巻線及び第二の一次巻線を有すると共にこの各一次巻線に対応して巻かれた第一の二次巻線及び第二の二次巻線を有し上記共振素子からの出力電圧を昇圧する変圧器と、この変圧器の第一及び第二の二次巻線にそれぞれ接続されその出力を直流に変換する第一の整流器及び第二の整流器と、上記一方の整流器に陽極が接続されると共に他方の整流器に陰極が接続され且つ容器の一部が金属で形成されこの金属部を上記第一の整流器及び第二の整流器の出力が直列に接続された部位に接続し更にこの接続部位がアースに接続され上記第一及び第二の整流器の出力電圧によってX線を放射するX線管とを有するインバータ式X線装置において、上記変圧器の二つの脚に巻かれた二次巻線は、それぞれ更に偶数個に分割し、各々の脚の偶数個の二次巻線のうち半数のものと士を直列接続して上記X線管の陽極に接続された一方の整流器に接続すると共に、残りの半数のものと士を直列接続して上記X線管の陰極に接続された他方の整流器に接続したことを特徴とするインバータ式X線装置。

【請求項2】 直流電源と、この直流電源からの直流を受電して交流に変換するインバータと、このインバータに接続されその出力電圧によって共振電流を生じさせる共振素子と、鉄心の二つの脚にそれぞれ分けて巻かれ上記共振素子に並列に接続された第一の一次巻線及び第二の一次巻線を有すると共にこの各一次巻線に対応して巻かれた第一の二次巻線及び第二の二次巻線を有し上記共振素子からの出力電圧を昇圧する変圧器と、この変圧器の第一及び第二の二次巻線にそれぞれ接続されその出力を直流に変換する第一の整流器及び第二の整流器と、上記一方の整流器に陽極が接続されると共に他方の整流器に陰極が接続され且つ容器の一部が金属で形成されこの金属部を上記第一の整流器及び第二の整流器の出力が直列に接続された部位に接続し更にこの接続部位がアースに接続され上記第一及び第二の整流器の出力電圧によってX線を放射するX線管とを有するインバータ式X線装置において、上記変圧器の二つの脚に巻かれた一次巻線は、それぞれ更に偶数個に分割し、各々の脚の偶数個の一次巻線のうち半数のものと士を直列接続して上記共振素子とインバータに接続すると共に、残り半数のものと士を直列接続して上記の共振素子とインバータに並列に接続したことを特徴とするインバータ式X線装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、直流電源からの直流電圧をインバータを用いて交流電圧に変換し、その出力電

圧を昇圧すると共に整流して直流電圧をX線管に供給してX線を放射するインバータ式X線装置に関し、特に変圧器が2脚に分かれていると共に出力が直列接続された二つの整流器を有しメタルX線管と呼ばれるX線管を備えた装置において、上記X線管の陽極・アース間電圧と陰極・アース間電圧とを均衡させることができるインバータ式X線装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来のこの種のインバータ式X線装置は、図6に示すように、直流電源1と、この直流電源1からの直流を受電して交流に変換するインバータ2と、このインバータ2に接続されその出力電圧によって共振電流を生じさせる共振素子3と、鉄心の二つの脚にそれぞれ分けて巻かれ上記共振素子3に並列に接続された第一の一次巻線4a及び第二の一次巻線5aを有すると共にこの各一次巻線4a、5aに対応して巻かれた第一の二次巻線4b及び第二の二次巻線5bを有し上記共振素子3からの出力電圧 $E_2$ を昇圧する変圧器6と、この変圧器6の第一及び第二の二次巻線4b、5bにそれぞれ接続されその出力を直流に変換する第一の整流器7及び第二の整流器8と、上記一方の整流器7に陽極9が接続されると共に他方の整流器8に陰極10が接続され且つ容器の一部が金属で形成されこの金属部11を上記第一の整流器7及び第二の整流器8の出力が直列に接続された部位に接続し更にこの接続部位がアースに接続され上記第一及び第二の整流器7、8の出力電圧によってX線を放射するX線管12とを有して成っていた。なお、上記共振素子3は一つのコンデンサから成り、また、上記X線管12はメタルX線管と呼ばれるものである。

【0003】 このようなインバータ式X線装置においては、X線管12の陽極・アース間電圧 $V_a$ と、陰極・アース間電圧 $V_k$ とを、それぞれ陽極・陰極間電圧（以下「管電圧」という）の半分に見積もり、変圧器6及び整流器7、8並びにX線管12の耐圧設計を容易とすることができる。例えば、最大管電圧が150kVのX線装置では、変圧器6の二次巻線の耐圧や、X線管12の陽極9及び陰極10の対アース電圧は、それぞれその1/2の75kVに見積もればよいとされる。

【0004】 図7は図6における変圧器6の構造を一部断面して示した説明図である。側面視で口の字形の鉄心13の一方の脚13aには第一の一次巻線4aと第一の二次巻線4bとが巻かれており、他方の脚13bには第二の一次巻線5aと第二の二次巻線5bとが巻かれている。そして、X線装置に使用される変圧器6は、高電圧側になる二次巻線と低電圧側になる一次巻線との間の電圧差が大きくなるために、それぞれの一次巻線4a、5aと二次巻線4b、5bとの間に、所定の距離をあけると共に絶縁物（図示省略）を介在させなければならない。このことから、磁束の一部が上記一次巻線4a、5aと二次巻線4b、5bとの間を通過し、又は各巻線と

(3)

特開平5-315085

3

4

鉄心13との間を通過して漏れ磁束が生じ易いという特徴がある。従って、一部の磁束は上記鉄心13を通らず、見かけ上、第一の一次巻線4aと二次巻線4bとで一つの変圧器を構成し、第二の一次巻線5aと二次巻線5bとでもう一つの変圧器を構成しているとみなすことができる。なお、上記の漏れ磁束は漏れインダクタンスとして作用し、別に設けられたコンデンサ3と共に共振電流を生じさせ、高電圧を発生させるために積極的に用いることもできる。

【0005】このような状態で、図6において、変圧器6の第一の二次巻線4bの出力は第一の整流器7で整流され、電流 $I_{t'}$ が、第一の整流器7→X線管12の陽極9→陰極10→第二の整流器8の回路で流れる。このとき、上記X線管12の陰極10から発生する熱電子の一部は、容器の金属部11を介してアースに流れ込み、電流 $I_{c'}$ が、第二の整流器8→X線管12の金属部11→陰極10→第二の整流器8の回路で流れる。すなわち、上記第一の二次巻線4bは、第一の整流器7を介して電流 $I_{t'}$ を供給し、第二の二次巻線5bは、第二の整流器8を介して電流 $I_{t'}$ と $I_{c'}$ とを供給することとなる。このことから、上記変圧器6において、第二の二次巻線5bに流れる電流は、第一の二次巻線4bに流れる電流よりも $I_{c'}$ だけ多くなる。ここで、前述のように、変圧器6は、第一の一次巻線4a及び二次巻線4bから成る第一の変圧器と、第二の一次巻線5a及び二次巻線5bから成る第二の変圧器とに分けて考えられるから、第二の一次巻線5aに流れる電流 $I_{k'}$ は、第一の一次巻線4aに流れる電流 $I_{a'}$ よりも大きくなる。つ\*

$$I_{a'} \text{ の位相} = -\tan^{-1} (\omega \cdot L_1 / R_a) \quad \dots (1)$$

$$I_{k'} \text{ の位相} = -\tan^{-1} (\omega \cdot L_2 / R_k) \quad \dots (2)$$

となる。いま、例えば、陽極側の負荷抵抗 $R_a$ に比べて※ ※陰極側の負荷抵抗 $R_k$ が約10%小さいとすると、

$$R_k \approx 0.9 R_a \quad \dots (3)$$

であり、

$$L_1 = L_2 \quad \dots (4)$$

と考えられるから、上記の式(1)及び式(2)から、陰極側の負荷抵抗 $R_k$ が小さい分だけ、陰極側に供給される第二の一次巻線5aの電流 $I_{k'}$ の位相が遅れることとなる。

【0008】上記のように第二の一次巻線5aの電流 $I_{k'}$ の位相が遅れることから、この位相の遅れ分だけ力率が小さくなり、陰極10側へ供給される出力電力が低下する。その結果、図9に示すように、陽極・アース間電圧 $V_a$ に比べ陰極・アース間電圧 $V_k$ が低下し、両電圧間で不均衡が生じる。この電圧の差は、図6に示す電流 $I_{t'}$ や $I_{c'}$ が大きい程増加し、実用領域で例えば20kV以上にもなることがある。このように大きな電圧の不均衡によって、主として陽極・アース間に異常な高電圧が発生し、変圧器6や整流器7、8又はX線管12の耐圧を超えることがあり、これらを破壊するおそれがある

\* 2 まり、インバータ2の出力側から見ると、X線管12に電力を供給する回路のうち、陰極10側の回路は陽極9側の回路よりも負荷インピーダンスが低いとみなすことができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、このような従来のインバータ式X線装置において、X線管12の容器の一部が金属で形成されると共にこの金属部11がアースに接続されている場合は、上記の金属部11によって陽極・アース間電圧 $V_a$ と陰極・アース間電圧 $V_k$ とに不均衡が生じ、特に陽極・アース間に生じた高電圧によって装置の一部が破壊するおそれがあった。この現象について、図8及び図9を参照して説明する。

【0007】図8は従来のインバータ式X線装置において、変圧器6の第一の一次巻線4a及び第二の一次巻線5aに流入される電圧と電流との関係を示すグラフである。このグラフからわかるように、陰極10の側のインピーダンスが小さいと、第二の一次巻線5aに流れる電流 $I_{k'}$ （破線で示す）が、第一の一次巻線4aに流れる電流 $I_{a'}$ （実線で示す）よりもわずかに大きくなり、同時に一次巻線側に供給される電圧 $E_2$ に対して位相が少し遅れる。ここで、共通の電圧源（ $E_2$ ）から見た第一の一次巻線4aのリアクトルを $L_1$ 、第二の一次巻線5aのリアクトルを $L_2$ とし、さらにX線管12の陽極9側の負荷抵抗を $R_a$ 、陰極10側の負荷抵抗を $R_k$ とし、電圧源の角周波数を $\omega$ とすると、電圧源に対する電流 $I_{a'}$ 、 $I_{k'}$ の位相は、

た。【0009】そこで、本発明は、このような問題点に対処し、メタルX線管と呼ばれるX線管を備えた装置において、上記X線管の陽極・アース間電圧と陰極・アース間電圧とを均衡させることができるインバータ式X線装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明によるインバータ式X線装置は、直流電源と、この直流電源からの直流を受電して交流に変換するインバータと、このインバータに接続されその出力電圧によって共振電流を生じさせる共振素子と、鉄心の二つの脚にそれぞれ分けて巻かれ上記共振素子に並列に接続された第一の一次巻線及び第二の一次巻線を有すると共にこの各一次巻線に対応して巻かれた第一の二次巻線及

(4)

特開平5-315085

5

び第二の二次巻線を有し上記共振素子からの出力電圧を昇圧する変圧器と、この変圧器の第一及び第二の二次巻線にそれぞれ接続されその出力を直流に変換する第一の整流器及び第二の整流器と、上記一方の整流器に陽極が接続されると共に他方の整流器に陰極が接続され且つ容器の一部が金属で形成されこの金属部を上記第一の整流器及び第二の整流器の出力が直列に接続された部位に接続し更にこの接続部位がアースに接続され上記第一及び第二の整流器の出力電圧によってX線を放射するX線管とを有するインバータ式X線装置において、上記変圧器の二つの脚に巻かれた二次巻線は、それぞれ更に偶数個に分割し、各々の脚の偶数個の二次巻線のうち半数のものの同士を直列接続して上記X線管の陽極に接続された一方の整流器に接続すると共に、残りの半数のものの同士を直列接続して上記X線管の陰極に接続された他方の整流器に接続したものである。

【0011】また、第二の発明によるインバータ式X線装置は、上記と同様の直流電源と、インバータと、共振素子と、変圧器と、第一及び第二の整流器と、X線管とを有するインバータ式X線装置において、上記変圧器の二つの脚に巻かれた一次巻線は、それぞれ更に偶数個に分割し、各々の脚の偶数個の一次巻線のうち半数のものの同士を直列接続して上記共振素子とインバータに接続すると共に、残り半数のものの同士を直列接続して上記の共振素子とインバータに並列に接続したものである。

【0012】

【作用】このように構成されたインバータ式X線装置は、変圧器の二つの脚に巻かれた二次巻線をそれぞれ更に偶数個に分割すると共に、各々の偶数個の二次巻線のうち半数ずつを直列接続して互いに一方の整流器及び他方の整流器に接続することにより、上記一方の整流器を介してX線管の陽極側に電力を供給する回路と、他方の整流器を介して陰極側に電力を供給する回路とが全く対称に構成されたこととなり、上記変圧器の二つの一次巻線に流れる電流に位相差が生じないようにすることができ、上記X線管の陽極・アース間電圧と陰極・アース間電圧とを均衡させることができる。

【0013】また、第二の発明によるインバータ式X線装置は、変圧器の二つの脚に巻かれた一次巻線をそれぞれ更に偶数個に分割すると共に、各々の脚の偶数個の一次巻線のうち半数ずつを直列接続して互いに共振素子とインバータに並列に接続することにより、一方の整流器を介してX線管の陽極側に電力を供給する回路と、他方の整流器を介して陰極側に電力を供給する回路とが全く対称に構成されたこととなり、上記変圧器の二つの一次巻線に流れる電流に位相差が生じないようにすることができ、上記X線管の陽極・アース間電圧と陰極・アース間電圧とを均衡させることができる。

【0014】

【実施例】以下、本発明の実施例を添付図面に基づいて

6

詳細に説明する。図1は本発明によるインバータ式X線装置の実施例を示す回路図である。このインバータ式X線装置は、直流電源からの直流電圧をインバータを用いて交流電圧に変換し、その出力電圧を昇圧すると共に整流して直流電圧をX線管に供給してX線を放射するもので、図に示すように、直流電源1と、インバータ2と、コンデンサ3と、変圧器6と、整流器7、8と、X線管12とを有して成る。

【0015】上記直流電源1は、直流電圧を供給する装置であり、例えば50Hz又は60Hzの交流の商用電源の電力を、ダイオードなどの整流素子で整流すると共にコンデンサなどの平滑素子で平滑することによって、擬似的に直流電圧を得るようになっている。そして、この直流電圧が後述のインバータ2の入力電圧となる。

【0016】インバータ2は、上記直流電源1から出力される直流電圧を受電して交流電圧に変換すると共に共振現象を利用して電力を制御するもので、半導体から成る四つのスイッチング素子14<sub>1</sub>、14<sub>2</sub>、14<sub>3</sub>、14<sub>4</sub>を組み合わせてフルブリッジ型に構成されると共に、これらのスイッチング素子14<sub>1</sub>～14<sub>4</sub>にはそれぞれフライホイールダイオードD<sub>1</sub>、D<sub>2</sub>、D<sub>3</sub>、D<sub>4</sub>が逆並列接続されている。なお、上記スイッチング素子14<sub>1</sub>～14<sub>4</sub>としては、例えばゲート絶縁型バイポーラトランジスタが用いられている。

【0017】コンデンサ3は、インバータ2に並列に接続され、そのインバータ2の出力電圧によって共振電流を生じさせる共振素子となるものである。また、変圧器6は、上記コンデンサ3からの出力電圧を昇圧するもので、鉄心の二つの脚13a、13bにそれぞれ分けて巻かれ上記コンデンサ3に並列に接続された第一の一次巻線4a及び第二の一次巻線5aを有すると共に、これらの各一次巻線4a、5aに対応して巻かれた第一の二次巻線4b及び第二の二次巻線5bを有している。その外観構造は、図7に示すと同様に構成されている。

【0018】第一の整流器7及び第二の整流器8は、上記変圧器6の第一の二次巻線4b及び第二の二次巻線5bにそれぞれ接続され、その出力の交流電圧を直流に変換するものである。なお、この二つの整流器7、8の出力は直列に接続されている。

【0019】X線管12は、上記第一及び第二の整流器7、8の出力電圧が印加されてX線を放射するもので、熱電子を発生する陰極10と、この陰極10からの熱電子が衝突することによってX線を発生する陽極9と、この陽極9と陰極10とを収納する容器の一部である金属部11とを有して成り、メタルX線管と呼ばれるものである。そして、上記第一の整流器7に陽極9が接続されると共に、第二の整流器8に陰極10が接続され、且つ上記第一の整流器7及び第二の整流器8の出力が直列に接続された部位に金属部11が接続され、更にこの接続部位がアースに接続されている。

(5)

特開平5-315085

7

8

【0020】ここで、本発明においては、上記変圧器6の二つの脚13a、13bに巻かれた二次巻線を、図1に示すように、それぞれ更に偶数個、例えば2個に分割し、各々の脚13a、13bの2個の二次巻線4b<sub>1</sub>、4b<sub>2</sub>；5b<sub>1</sub>、5b<sub>2</sub>のうち、半数のものと士を直列接続して前記X線管12の陽極9に接続された第一の整流器7に接続すると共に、残り半数のものと士を直列接続して上記X線管12の陰極10に接続された第二の整流器8に接続したものである。すなわち、変圧器6の第一の脚13aに巻かれた2個の二次巻線4b<sub>1</sub>、4b<sub>2</sub>のうちの一方の巻線4b<sub>1</sub>と、第二の脚13bに巻かれた2個の二次巻線5b<sub>1</sub>、5b<sub>2</sub>のうちの一方の巻線5b<sub>1</sub>とを直列接続して第一の整流器7に接続すると共に、上記第一の脚13aに巻かれた他方の二次巻線4b<sub>2</sub>と、第二の脚13bに巻かれた他方の二次巻線5b<sub>2</sub>とを直列接続して第二の整流器8に接続したものである。

【0021】次に、このように構成されたインバータ式X線装置の動作について説明する。まず、図1において、直流電源1の出力は、次のインバータ2へ入力して交流電圧に変換される。次に、上記インバータ2から出力される交流電圧は、コンデンサ3と変圧器6の第一の一次巻線4aとからなる第一の共振回路に供給されると共に、上記コンデンサ3と変圧器6の第二の一次巻線5aとから成る第二の共振回路に供給される。このとき、上記第一の共振回路においては、コンデンサ3と、上記変圧器6の第一の一次巻線4a及び2個の二次巻線4b<sub>1</sub>、4b<sub>2</sub>の間に生じる漏れインダクタンスとによって、共振電流I<sub>a</sub>が流れる。そして、この共振電流I<sub>a</sub>によって、上記2個の二次巻線4b<sub>1</sub>、4b<sub>2</sub>から交流電圧が出力される。同様に、上記第二の共振回路においては、コンデンサ3と、上記変圧器6の第二の一次巻線5a及び2個の二次巻線5b<sub>1</sub>、5b<sub>2</sub>の間に生じる漏れインダクタンスとによって、共振電流I<sub>k</sub>が流れる。そして、この共振電流I<sub>k</sub>によって、上記2個の二次巻線5b<sub>1</sub>と5b<sub>2</sub>から交流電圧が出力される。

【0022】ここで、変圧器6の第一の脚13aに巻かれた一方の二次巻線4b<sub>1</sub>と第二の脚13bに巻かれた一方の二次巻線5b<sub>1</sub>とは、直列に接続されると共に、第一の整流器7に接続されているので、各二次巻線4b<sub>1</sub>、5b<sub>1</sub>からの出力電圧の和が上記整流器7に供給され、直流に変換されて、負荷であるX線管12の陽極9から陰極10へ流れる電流I<sub>i</sub>を供給する。また、上記変圧器6の第一の脚13aに巻かれた他方の二次巻線4b<sub>2</sub>と第二の脚13bに巻かれた他方の二次巻線5b<sub>2</sub>とは、直列に接続されると共に、第二の整流器8に接続されているので、各二次巻線4b<sub>2</sub>、5b<sub>2</sub>からの出力電圧の和が上記整流器8に供給され、直流に変換されて、負荷であるX線管12の陽極9から陰極10へ流れる電流I<sub>i</sub>と、容器の金属部11から陰極10へ流れる電流I<sub>c</sub>とを供給する。

【0023】結局、変圧器6の第一の一次巻線4aの電流I<sub>a</sub>と第二の一次巻線5aの電流I<sub>k</sub>との両者によって、第一の脚13aの一方の二次巻線4b<sub>1</sub>と第二の脚13bの一方の二次巻線5b<sub>1</sub>とを介してX線管12の陽極9側に電力を供給し、同じく上記の電流I<sub>a</sub>と電流I<sub>k</sub>との両者によって、変圧器6の第一の脚13aの他方の二次巻線4b<sub>2</sub>と第二の脚13bの他方の二次巻線5b<sub>2</sub>とを介してX線管12の陰極10側に電力を供給するものである。このことから、図1の実施例は、直流電源1から第一及び第二の整流器7、8までの回路が、負荷であるX線管12の陽極9側と、陰極10側とに対して、全く対称に構成されていると言える。

【0024】図2は図1におけるインバータ2の出力電圧E<sub>1</sub>と、第一の一次巻線4aに流れる電流I<sub>a</sub>及び第二の一次巻線5aに流れる電流I<sub>k</sub>との関係を示すグラフである。前述のように、変圧器6の第一の脚13aと第二の脚13bの両者が、それぞれX線管12の陽極9側と陰極10側の両方に電力を供給する構成となっているので、図2に示すように、変圧器6の第一の一次巻線4aに流れる電流I<sub>a</sub>と第二の一次巻線5aに流れる電流I<sub>k</sub>の位相は同一となり、上記インバータ2の出力電圧E<sub>1</sub>との間に力率の違いが生じない。その結果、図3に示すように、X線管12の陽極・アース間電圧V<sub>a</sub>と陰極・アース間電圧V<sub>k</sub>とは均衡し、陽極9から陰極10へ流れる管電流I<sub>i</sub>に拘わらず、常に一定となる。従って、異常な高電圧によるX線管12や整流器7、8及び変圧器6の破壊を防止することができる。

【0025】図4は本発明の他の実施例を示す回路図である。この実施例は、図1において共振素子としてのコンデンサ3からの出力電圧を昇圧する変圧器を、別個独立に形成された二つの鉄心のうち一方の第一の脚13aに第一の一次巻線4a及び2個の二次巻線4b<sub>1</sub>、4b<sub>2</sub>を巻いて成る第一の変圧器6aと、他方の第二の脚13bに第二の一次巻線5a及び2個の二次巻線5b<sub>1</sub>、5b<sub>2</sub>を巻いて成る第二の変圧器6bとで構成したものである。そして、上記第一の変圧器6aがX線管12の陽極9側の電圧発生に寄与し、第二の変圧器6bが陰極10側の電圧発生に寄与するようになっている。

【0026】図5は第二の発明によるインバータ式X線装置の実施例を示す回路図である。この実施例は、変圧器6の二つの脚13a、13bに巻かれた一次巻線を、図5に示すように、それぞれ更に偶数個、例えば2個に分割し、各々の脚13a、13bの2個の一次巻線4a<sub>1</sub>、4a<sub>2</sub>；5a<sub>1</sub>、5a<sub>2</sub>のうち、半数のものと士を直列接続してコンデンサ3とインバータ2に接続すると共に、残り半数のものと士を直列接続して上記のコンデンサ3とインバータ2に並列に接続したものである。すなわち、変圧器6の第一の脚13aに巻かれた2個の一次巻線4a<sub>1</sub>、4a<sub>2</sub>のうちの一方の巻線4a<sub>1</sub>と、第二の脚13bに巻かれた2個の一次巻線5a<sub>1</sub>、5a<sub>2</sub>のうちの

(6)

特開平5-315085

9

の一方の巻線 5 a<sub>1</sub> とを直列接続してコンデンサ 3 とインバータ 2 に接続すると共に、上記第一の脚 1 3 a に巻かれた他方の一次巻線 4 a<sub>2</sub> と、第二の脚 1 3 b に巻かれた他方の一次巻線 5 a<sub>2</sub> とを直列接続して上記コンデンサ 3 とインバータ 2 に並列に接続したものである。この場合も、図 1 の実施例と同様に、直流電源 1 から第一及び第二の整流器 7、8 までの回路が、負荷である X 線管 1 2 の陽極 9 側と、陰極 1 0 側とに対して、全く対称に構成されていると言える。

【0027】従って、図 5 において、変圧器 6 の第一の脚 1 3 a と第二の脚 1 3 b の両者が、それぞれ X 線管 1 2 の陽極 9 側と陰極 1 0 側の両方に電力を供給するので、第一の脚 1 3 a の一方の一次巻線 4 a<sub>1</sub> と第二の脚 1 3 b の一方の一次巻線 5 a<sub>1</sub> とにながれる電流と、第一の脚 1 3 a の他方の一次巻線 4 a<sub>2</sub> と第二の脚 1 3 b の他方の一次巻線 5 a<sub>2</sub> とにながれる電流との位相は同一となる。その結果、図 3 に示すと同様に、X 線管 1 2 の陽極・アース間電圧 V<sub>a</sub> と陰極・アース間電圧 V<sub>k</sub> とは均衡し、管電流 I<sub>t</sub> に拘わらず、常に一定となる。このことから、図 5 の実施例においても、異常な高電圧による X 線管 1 2 や整流器 7、8 及び変圧器 6 の破壊を防止することができる。なお、このような変圧器 6 の構成は、図 4 の実施例に対して適用してもよい。

【0028】なお、図 1、図 4 又は図 5 においては、変圧器 6 の二つの脚 1 3 a、1 3 b に巻かれた二次巻線又は一次巻線を、それぞれ更に 2 個に分割したものととして示したが、本発明はこれに限らず、例えば 4 個又は 6 個に分割してもよい。また、以上説明した図 1 及び図 4 並びに図 5 の実施例においては、インバータ 2 を構成する四つのスイッチング素子としてゲート絶縁型バイポーラトランジスタを用いたものととして示したが、本発明はこれに限らず、例えばサイリスタまたはバイポーラトランジスタ、電界効果トランジスタなどの他のスイッチング素子を用いてもよい。

【0029】

【発明の効果】本発明は以上のように構成されたので、変圧器の二つの脚に巻かれた二次巻線をそれぞれ更に偶数個に分割すると共に、各々の脚の偶数個の二次巻線のうち半数ずつを直列接続して互いに一方の整流器及び他方の整流器に接続することにより、上記一方の整流器を介して X 線管の陽極側に電力を供給する回路と、他方の整流器を介して陰極側に電力を供給する回路とが全く対

10

称に構成されたこととなり、上記変圧器の二つの一次巻線に流れる電流に位相差が生じないようにすることができ、上記 X 線管の陽極・アース間電圧と陰極・アース間電圧とを均衡させることができる。従って、従来のように主として陽極・アース間に異常な高電圧が発生するのを防止して、変圧器や整流器又は X 線管が破壊するおそれを無くすることができる。

【0030】また、図 5 に示す第二の発明においては、変圧器の二つの脚に巻かれた一次巻線をそれぞれ更に偶数個に分割すると共に、各々の脚の偶数個の一次巻線のうち半数ずつを直列接続して互いに共振素子とインバータに並列に接続することにより、上記第一の発明と同様の効果を発揮することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明によるインバータ式 X 線装置の実施例を示す回路図、

【図 2】 図 1 におけるインバータの出力電圧と、第一の一次巻線に流れる電流 I<sub>a</sub> 及び第二の一次巻線に流れる電流 I<sub>k</sub> との関係を示すグラフ、

【図 3】 X 線管の陽極・アース間電圧 V<sub>a</sub> と陰極・アース間電圧 V<sub>k</sub> とが均衡する状態を示すグラフ、

【図 4】 本発明の他の実施例を示す回路図、

【図 5】 第二の発明によるインバータ式 X 線装置の実施例を示す回路図、

【図 6】 従来のインバータ式 X 線装置を示す回路図、

【図 7】 図 6 における変圧器の構造を一部断面して示す説明図、

【図 8】 従来のインバータ式 X 線装置において、変圧器の第一の一次巻線及び第二の一次巻線に入力される電圧と電流との関係を示すグラフ、

【図 9】 従来例において、陽極・アース間電圧 V<sub>a</sub> に比べ陰極・アース間電圧 V<sub>k</sub> が低下し、両電圧間で不均衡が生じる状態を示すグラフ。

【符号の説明】

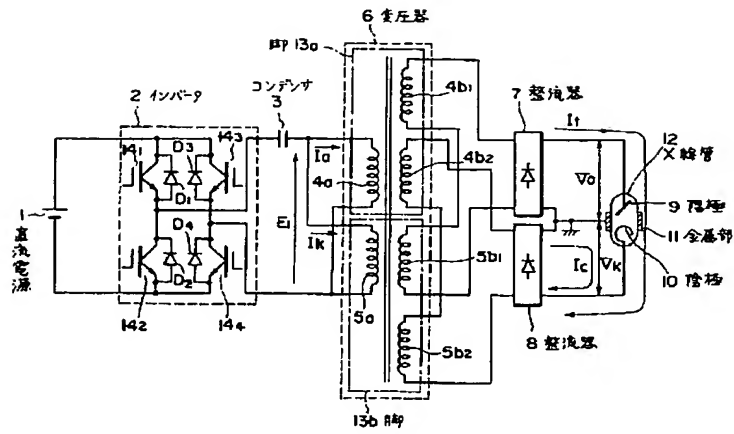
1…直流電源、 2…インバータ、 3…コンデンサ、  
4 a、4 a<sub>1</sub>、4 a<sub>2</sub>、5 a、5 a<sub>1</sub>、5 a<sub>2</sub>…一次巻線、  
4 b、4 b<sub>1</sub>、4 b<sub>2</sub>、5 b、5 b<sub>1</sub>、5 b<sub>2</sub>…二次巻線、  
6、6 a、6 b…変圧器、 7、8…整流器、  
9…陽極、10…陰極、 11…金属部、 12…X  
線管、 13…鉄心、 13 a、13 b…脚、 I<sub>a</sub>…  
陽極側の電流、 I<sub>k</sub>…陰極側の電流、 V<sub>a</sub>…陽極・ア  
ース間電圧、 V<sub>k</sub>…陰極・アース間電圧。



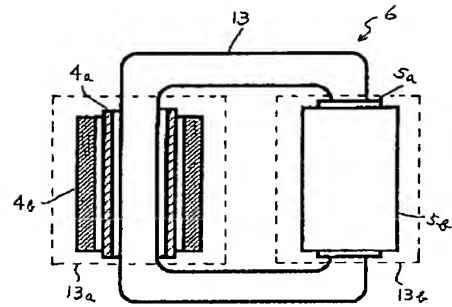
(7)

特開平5-315085

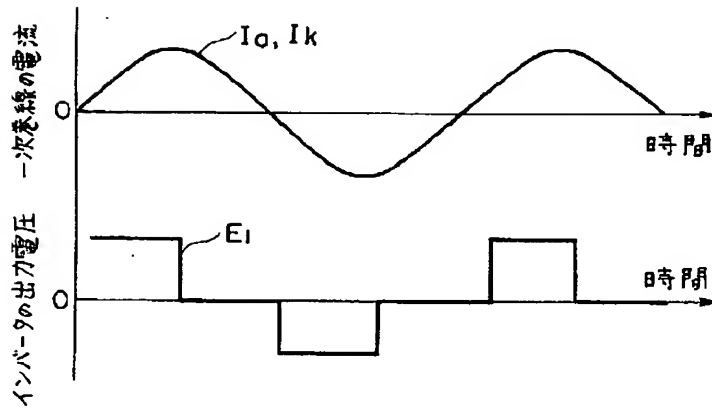
【図1】



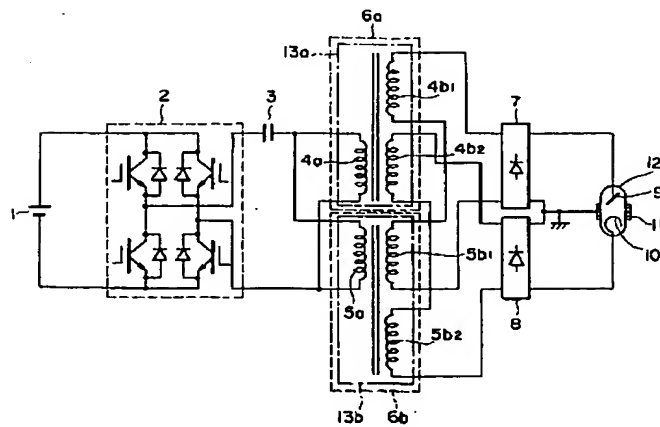
【図7】



【図2】



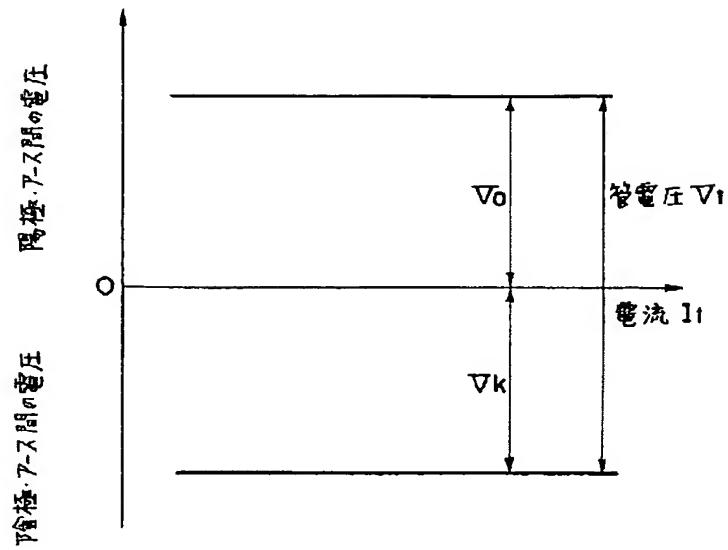
【図4】



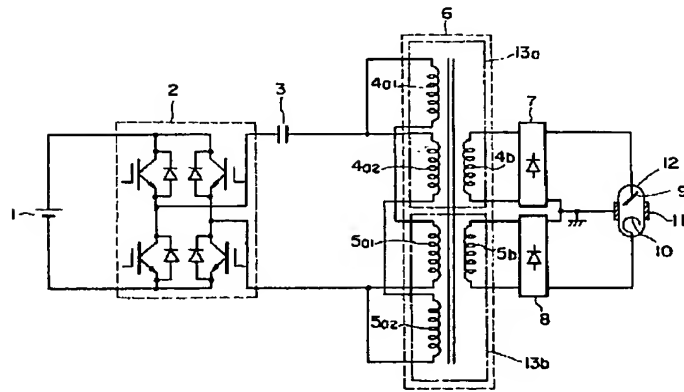
(8)

特開平5-315085

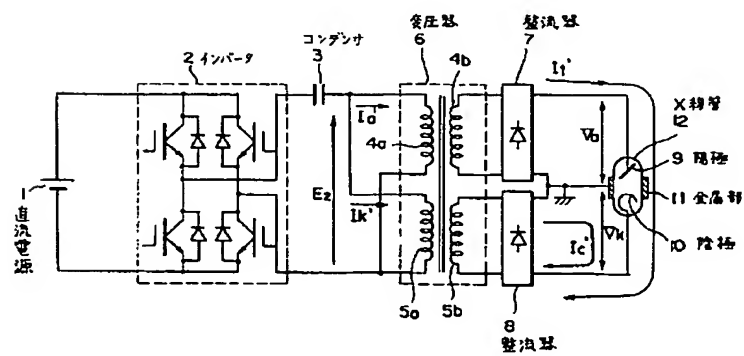
【図3】



【図5】



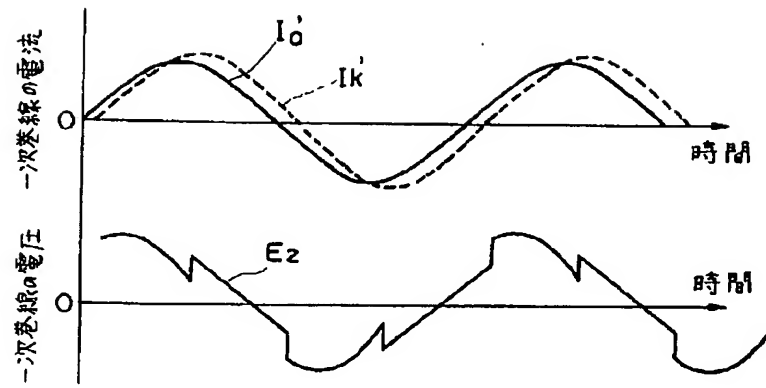
【図6】



(9)

特開平5-315085

【図8】



【図9】

